



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 35 831 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 02 B 7/00**  
G 02 B 7/02  
C 25 D 1/00

②1 Aktenzeichen: 197 35 831.4  
②2 Anmeldetag: 18. 8. 97  
④3 Offenlegungstag: 25. 2. 99

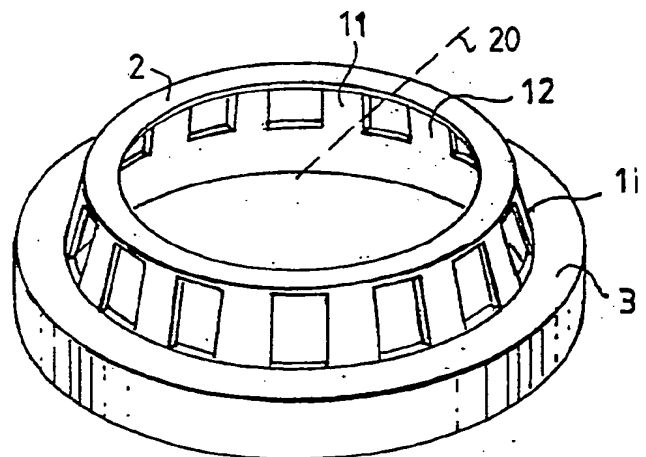
DE 197 35 831 A 1

⑦1 Anmelder:  
Fa. Carl Zeiss, 89518 Heidenheim, DE

⑦2 Erfinder:  
Holderer, Hubert, 89551 Königsbrunn, DE; Bingel,  
Ulrich, 73457 Essingen, DE; Zernike, Frits, Essex,  
Conn., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤4 Galvanoplastische Optik-Fassung
- ⑤7 Optik-Fassung für ein Optik-Bauteil (7) mit einem am Optik-Teil (7) anliegenden - vorzugsweise mehrteiligen - Innenteil (2) und einem Außenrahmen (3), die durch eine Mehrzahl von Federgelenkbalken (11, 12, 1i) verbunden sind, wobei die Federgelenkbalken (11, 12, 1i) und ggf. andere Teile galvanoplastisch hergestellt sind.



DE 197 35 831 A 1

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

Besonders hohe Anforderungen werden an Optik-Fassungen für satellitengestützte Systeme gestellt. Geringes Gewicht, hohe mechanische und thermische Belastung bei präziser spannungsfreier Lagerung der Optik-Bauteile sind hier gefordert. Beispiele für bekannte Lösungen in diesem Einsatzbereich gibt DE 296 03 024.4 U einschließlich des darin angeführten Standes der Technik.

Ein anderes Gebiet mit besonders hohen Anforderungen ist die Mikrolithographie. Die Projektionsbelichtungssysteme benötigen engste Toleranzen einschließlich geringster Verspannungen auch bei thermischen Einflüssen, um die extreme Abbildungsgüte zu erreichen, die gefordert ist.

In beiden Anwendungsgebieten werden herkömmlich metallische Fassungen verwendet, die durch spanabhebende Bearbeitung – in aller Allgemeinheit, inklusive Erosion, Wasserstrahlschneiden, Schleifen, Laserschmelzen usw. – hergestellt werden. Federgelenke und Balken werden dabei in vielen Varianten als Entkoppelemente eingesetzt.

Die Galvanoplastik ist eine bekannte Technik zur Herstellung dünnwandiger Präzisionsteile, z. B. auch von Spiegeloptiken. Auf einem mit einer dünnen Schicht leitend gemachten Formkern wird elektrolytisch Metall, meist Aluminium oder Nickel bzw. Legierungen davon, abgeschieden. Nach Erreichen der gewünschten Dicke wird das Galvanoplastik-Teil von Formkern unter Nutzung der unterschiedlichen Wärmeausdehnung abgelöst.

Aus DD 204 320 A ist es bekannt, eine Linse galvanisch mit einem formschlüssigen Ring zu versehen, der zum Zentrieren der Linse überdreht wird, und mit dessen Flächen die Linse dann in einer Fassung aufgenommen wird. Der geschlossene Ring führt zwangsläufig bei thermischer Belastung zu Spannungen in der Linse wegen der unterschiedlichen Wärmeausdehnung.

Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung einer hochpräzisen Fassung, die optimale Spannungsentkopplung des gefaßten Optik-Bauteils ermöglicht, und ein günstiges Herstellungsverfahren dafür.

Gelöst wird diese Aufgabe mit einer Optik-Fassung nach Anspruch 1 und mit einem Verfahren nach Anspruch 6.

Durch den Einsatz der Galvanoplastik wird es möglich, eine sehr feingliedrige Fassung mit größter reproduzierbarer Genauigkeit wenigen Bearbeitungsschritten herzustellen.

Die Unteransprüche 2 bis 5 geben vorteilhafte Ausführungsformen der Fassung an. Dabei wird die galvanische Abscheidung gleichzeitig als Füge-technik verwendet, bei Anspruch 4 zur kleberfreien Verbindung mit dem gefaßten Optik-Teil, und bei Anspruch 5 zur Integration eines Masivteils mit einem Querschnitt, der galvanoplastisch nur unwirtschaftlich herstellbar wäre.

Für das Verfahren nach Anspruch 6 geben die Unteransprüche 7 bis 14 vorteilhafte Ausführungsformen an.

Näher erläutert wird die Erfindung anhand der Zeichnung.

Fig. 1 zeigt eine schematische Übersicht einer galvanoplastischen Linsenfassung;

Fig. 2 zeigt einen schematisierten Querschnitt einer Fassung auf einem Formkern in einer Galvanik-Anlage;

Fig. 3 zeigt ausschnittsweise im Querschnitt die Verbindungsstelle von Fassung und Linse.

Fig. 1 zeigt eine galvanoplastische Linsenfassung im Zustand nach dem Ablösen vom Formkern (Mandrel).

Der Außenring 3 ist durch einen umhüllten Kern 30 massiv und steif und ist vorzugsweise – hier nicht dargestellt – bereits mit Hilfsmitteln zur Befestigung im gesamten Optik-Gehäuse versehen, wie z. B. mit Bohrungen oder Nuten. Die Stege 11, 12, 1i bilden dünne Federgelenkbalken, welche

den Innenring 2 zentriert zum Außenring 3 in seiner Position halten, aber Deformationen des Außenrings – z. B. durch Verschrauben mit anderen Teilen – fernhalten, ebenso Deformationen des Innenrings 2 – z. B. verursacht vom gefaßten optischen Bauteil oder der Verbindung dazu – spannungsfrei zulassen.

Ebenfalls erlauben die Stege 11, 12, 1i relative Durchmesseränderungen von Innenring 2 und Außenring 3, wie sie durch die Wärmedehnung bei Temperaturänderungen auftreten. Dazu wird der Innenring 2 vorzugsweise nach dem Ablösen vom Formkern 4 zwischen den Stegen 11, 12, 1i durchtrennt – vorzugsweise in einem rückwirkungsfreien Verfahren wie dem Laserschneiden.

Galvanoplastisch erzeugt wird der Innenring 2 vorzugsweise als geschlossener Ring, da dies das Abtrennen vom Formkern 4 durch thermisches Schrumpfen wesentlich unterstützt. Der geteilte Innenring 2 wird dann mit jedem Segment 2n einzeln mit dem Optik-Bauteil (Linse 7) verbunden und kann so spannungsfrei dessen thermische Ausdehnung übernehmen. Die Segmente 2n können auch einfache Fortsätze der Federgelenkbalken 1n sein.

Die Wärmeausdehnung des Außenrings 3 wird vom integrierten massiven Ring (30 in Fig. 2) bestimmt. Die Wärmeausdehnung der Stege 11, 12, 1i (Federgelenkbalken) wird durch das galvanisch abgeschiedene Material bestimmt. Durch geeignete Geometrie (Länge der Stege und Neigungswinkel zu den Ebenen der Ringe 2, 3) kann dann in der aus US 5,162,951 (zitiert in o.g.)

DE 296 03 024.4 U) bekannten Weise sichergestellt werden, daß sich der Abstand von Innen- und Außenring nicht ändert, oder aber in einer gewünschten Weise. In Fig. 2 ist in der Galvanik-Anlage im Schnitt die Fassung (1, 2, 3) auf dem Formkern 4 zu sehen.

Der Formkern 4 kann aus Glas bestehen, das mit einer elektrisch leitenden dünnen Schicht in der Form der Fassung in Dünnschichttechnik belegt ist, z. B. durch Aufdampfen, Spalten, PVD, CVD – entweder strukturiert durch eine Maske oder durch wegätzen oder dergleichen nach Abdecken der stehenbleibenden Flächen mit einer Maske, die z. B. photolithographisch hergestellt ist.

Hier gezeigt ist ein Formkern 4 aus Metall – präzisionsgedreht und geschliffen und poliert –, der mit einer Isolierschicht 41 an den Durchbrüchen der Fassung (1, 2, 3), also zwischen den Stegen 11, 12, 1i, 1n, versehen ist – in entsprechender Weise wie oben für den Glas-Formkern beschrieben.

Man sieht in der Fig. 2 gut, wie der massive Kern 30 des Außenrings 3 mit der galvanisch abgeschiedenen Schicht umhüllt und mit den Stegen 1n – links ist einer zu sehen, rechts ist eine Lücke zwischen zwei Stegen – verbunden wird. Paßstücke 31, 32 – am Kern 30 oder am Formkern 4 – sichern den Kern 30 in seiner Soll-Lage bei der elektrolytischen Abscheidung.

Durch die galvanische Umhüllung wird der massive Kern 30 aber nicht nur in die Fassung mechanisch integriert, er wird auch passiviert.

Nur schematisch angedeutet ist in Fig. 2 die Galvanik-Anlage mit einer Wanne 5, einem Galvanik-Bad 50, einer Stromquelle 6 mit Verbindung zum Kern 30 und den leitenden Teilen des Formkerns 4, sowie einer Gegenelektrode 61.

Eine Nickel-Schicht von 120 µm Dicke wird so bei z. B. 1 A/dm<sup>2</sup> in 10 Stunden abgeschieden.

In Fig. 3 ist im Schnitt ein Federgelenkbalken 1n mit zugehörigem Segment 21 des Innenrings 2 zu sehen, mit einer darin eingesetzten Linse 7. Die Fassung weist in diesem Bereich vom Formkern (Mandrel) 4 abgeformte Paßflächen 21 auf, die genau auf die Linse 7 abgestimmt sind. Ein Hohlraum 22 nimmt Kleber 71 auf, der Linse 7 und Fassung zu-

sammenhält.

Außer Linsen 7 können natürlich auch andere optische Teile wie Prismen, polarisationsoptische Teile, diffraktive Elemente oder Spiegel, auch in nicht rotationssymmetrischer Form so gefaßt werden.

Will man Kleber vermeiden, dann kann die Fassung direkt galvanisch mit dem optischen Element verbunden werden. Der Formkern für den Bereich der Federgelenkbalken und des Außenrings kann dann aber nicht mehr durch thermisches Schrumpfen abgelöst werden. Hier muß die Haftung der leitfähigen Schicht auf dem Formkern durch ein Trennmittel reduziert werden. Zum Beispiel kann auf einen Metall-Formkern eine dünne Graphit-Schicht aufgebracht werden.

Die Fassungen können auch mit mehreren Federgelenkbalken-Systemen aufgebaut sein, z. B. ein System nach Fig. 1 mit nachgeordnetem Hexapod-System und weiterem Außenring. Auch können mehrere, ganz oder teilweise galvanoplastisch geformte Teile zu einer Fassung gefügt werden.

In einem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 hat der Kern 30 des Außenrings die Abmessungen außen · innen · Dicke von 200 mm · 160 mm · 20 mm, die Stege sind 200 µm dick, 10 mm breit und 15 mm lang, ihr Winkel zur Außenringebene beträgt ca. 10°. Eine Linse aus Quarzglas mit Außendurchmesser 155 mm ist gefaßt, Werkstoff der Galvanoplastik ist Nickel, des Kerns ist Stahl. Die Lage des Linsenschwerpunkts verschiebt sich dann gegenüber der Lage der Auflagefläche des Außenrings 3 bei einer Temperaturänderung von + 20°C nach + 22°C um weniger als 1 µm.

#### Patentansprüche

1. Optik-Fassung für ein Optik-Bauteil (7) mit einem am Optik-Teil (7) anliegenden Innenteil (2) und einem Außenrahmen (3), die durch eine Mehrzahl von Federgelenkbalken (11, 12, 1i) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Federgelenkbalken (11, 12, 1i) galvanoplastisch hergestellt sind.
2. Optik-Fassung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Optik-Bauteil (7) eine rotationssymmetrische Linse ist, die außerhalb ihres optisch nutzbaren Bereichs mit Innenteil (2) verbunden ist.
3. Optik-Fassung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Innenteil (2) ebenfalls galvanoplastisch hergestellt und vorzugsweise mehrteilig ausgeführt ist.
4. Optik-Fassung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Optik-Bauteil (7) eine dünne elektrisch leitende Schicht trägt, die in Dünnschicht-Technik aufgebracht ist, und daß der Innenteil (2) darauf galvanoplastisch aufgebracht ist.
5. Optik-Fassung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Außenrahmen (3) ein galvanoplastisch beschichtetes Massivteil (30) ist.
6. Verfahren zur Herstellung einer Optik-Fassung mit Federgelenkbalken (11, 12, 1i), dadurch gekennzeichnet, daß galvanoplastische Abscheidung angewendet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein optisches Bauteil (7) in Dünnschichttechnik mit einer elektrisch leitenden Schicht versehen wird und die Fassung (1i, 2, 3) direkt darauf galvanoplastisch abgeschieden wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein massiver Kern (30) in die galvanoplastisch abgeschiedene Fassung integriert wird.

9. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein Formkern (4) mit strukturierter elektrisch leitender Oberfläche als Basis der Galvanoplastik verwendet wird, der nach Beendigung der Formgebung abgelöst wird.

10. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Fassung nach der galvanoplastischen Abscheidung nachbearbeitet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Nachbearbeitung durch Trennen, vorzugsweise durch Laserstrahlschneiden oder Wasserstrahlschneiden, erfolgt.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß Innenteil (2) in Segmente (2n) getrennt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Fläche spanabhebend, insbesondere durch Schleifen, Polieren, Drehen, Fräsen oder Erodieren, nachbearbeitet wird.

14. Verfahren zur Verbindung einer Fassung nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 13, mit einem Optik-Bauteil (7), dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung an mehreren getrennten Bereichen erfolgt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY

This Page Blank (uspto)

- Leerseite -

This Page Blank (uspto)

FIG. 1

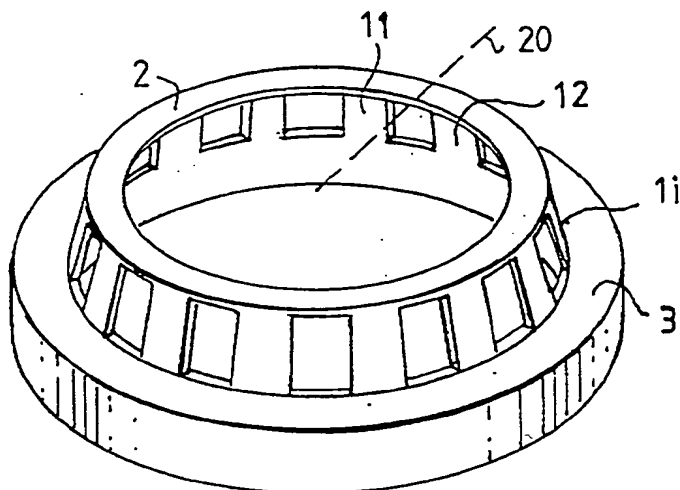
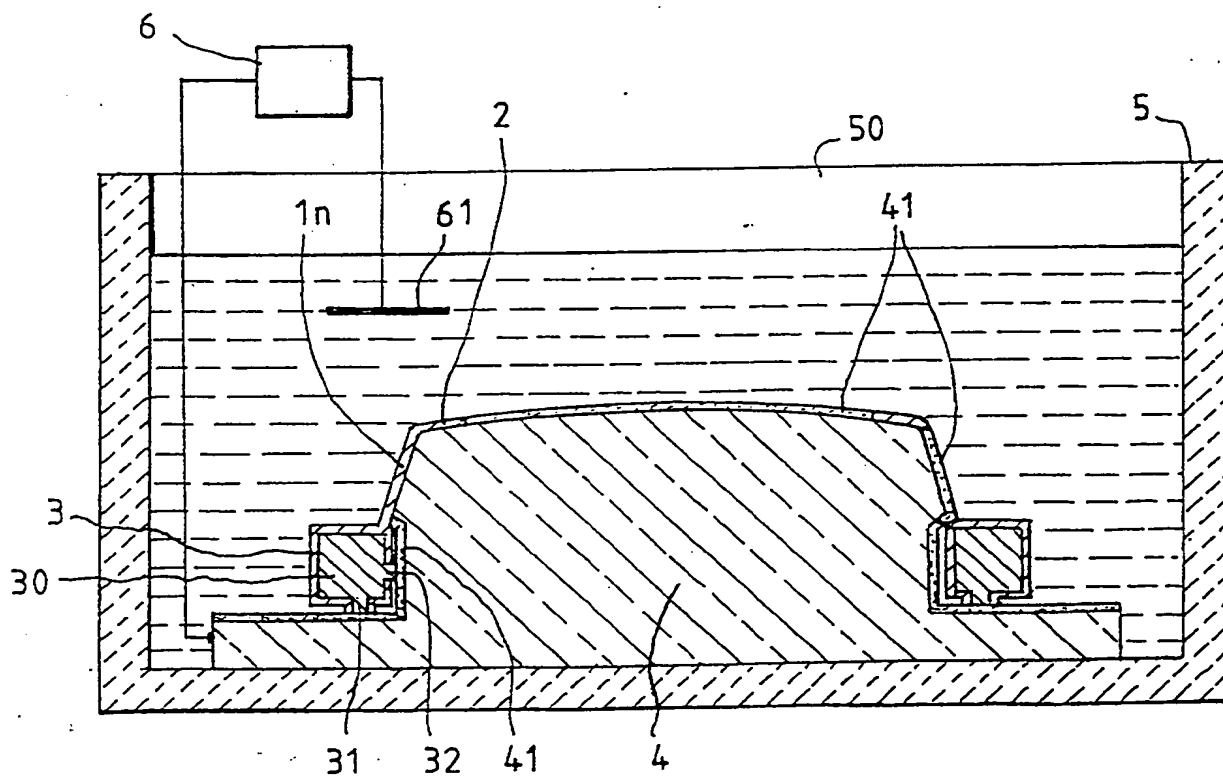


FIG. 2



BEST AVAILABLE COPY

FIG. 3

